



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 196 50 475 C 1**

②1 Aktenzeichen: 196 50 475.9-21
②2 Anmeldetag: 5. 12. 96
④3 Offenlegungstag: -
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 16. 4. 98

⑤ Int. Cl. 6:
B 62 D 6/00
B 62 D 6/04
B 62 D 5/04
B 62 D 5/06
B 62 D 5/09
B 60 T 8/52
B 60 K 28/16
// B62D 113:00,
119:00, 111:00,
153:00

DE 196 50 475 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 **Patentinhaber:**

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,
DE

⑦2 **Erfinder:**

Bohner, Hubert, Dipl.-Ing., 71032 Böblingen, DE;
Moser, Martin, Dipl.-Ing., 70736 Fellbach, DE

⑤6 **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:**

DE 44 22 386 C1
DE 42 32 256 A1
DE 42 07 719 A1
EP 05 39 823 A1

DE-Z: RUPP, A. u.a.: Zuverlässige und effiziente
Erfassung der mehraxialen Fahrbetriebsbe-
lastungen an Pkw und Lkw, In: Messtechnische
Briefe 31 (1995), H. 1, S. 13-18;
DE-Z: GÖHRING, E. u.a.: Elektronische Kennfeld-
lenkung für Nutzfahrzeuge, Teil 1, In: Automobil-
Industrie 1991, H. 4/5, S. 303-309;
DE-Z: OBST, M.: Ohne Schwanken sicher in die
Kurve, In: Kraftfahrzeugtechnik 1994, Nr. 11,
S. 36-38;

⑤4 **Fahrzeuglenkung**

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Fahrzeuglenkung mit vom
Fahrer betätigter Lenkhandhabe, die einen Sollwertgeber
für den Lenkwinkel betätigt und mit den Fahrzeuglenkrä-
dern über eine Regelstrecke wirkverbunden ist, die ein
Stellaggregat für die Fahrzeuglenkräder sollwertabhän-
gig betätigt. Durch an den Radträgern der Fahrzeuglen-
kräder angeordnete Sensoreinheiten werden von der
Fahrbahn verursachte Störkräfte zur Erhöhung der Regel-
dynamik außerordentlich frühzeitig erfaßt.

DE 196 50 475 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Fahrzeuglenkung mit vom Fahrer betätigter Lenkhandhabe, insbesondere Lenkhandrad, sowie den Fahrzeuglenkrädern zugeordnetem motorischen Stellaggregat mit dem die Lenkhandhabe über eine Regelstrecke wirkverbunden ist, deren Regler einerseits für einen Soll-Istwert-Vergleich eingangsseitig an einen von der Lenkhandhabe betätigten Sollwertgeber sowie an einen den Lenkwinkel der Fahrzeuglenkräder registrierenden Istwertgeber angeschlossen und andererseits auf seiner Eingangsseite mit Sensoren zur Erfassung von Kräften in der Fahrzeuglenkung verbunden ist.

Derzeit sind Personenkraftwagen und ähnliche Kraftfahrzeuge in der Regel mit hydraulischen Servolenkungen ausgestattet, bei denen das Lenkhandrad mechanisch mit den Fahrzeuglenkrädern zwangsgekoppelt ist. Dabei sind die Fahrzeuglenkräder des weiteren mit einem motorischen Stellaggregat antriebsmäßig verbunden, welches in Abhängigkeit von dem zwischen Lenkhandrad und Fahrzeuglenkrädern übertragenen Kräften bzw. Momenten gesteuert wird. Hierzu sind Teile, z. B. Wellenteile, der mechanischen Antriebsverbindung zwischen Lenkhandrad und Fahrzeuglenkrädern miteinander federnd verbunden, so daß die genannten Teile bzw. Wellenteile entsprechend den jeweils wirksamen Kräften bzw. Momenten einen mehr oder weniger großen Stellhub bzw. eine mehr oder weniger große Drehung relativ zueinander ausführen. Durch diesen Stellhub bzw. diese Relativedrehung wird dann ein das hydraulische Stellaggregat steuerndes Servoventil betätigt.

Gegebenenfalls kann durch diesen Stellhub bzw. die Relativedrehung auch ein elektrisches Stellaggregat gesteuert werden.

Bei Flugzeugen ist es bekannt, Leitwerke und Flügelklappen u. dgl. mit zugeordneten Handhaben lediglich wirkungsmäßig über eine Regelstrecke zu verbinden, wobei die Handhabe einen Sollwertgeber und die Flügelklappen bzw. Leitwerke einen Istwertgeber betätigen und der Regler der Regelstrecke die Signale von Sollwert- und Istwertgeber im Sinne eines Soll-Istwert-Vergleiches verarbeitet und in Abhängigkeit vom Ergebnis dieses Vergleiches motorische Stellaggregate für die Leitwerke bzw. Flügelklappen steuert. Dieses auch als "Fly by wire" genannte Konzept ist inzwischen derart zuverlässig, daß sogar Passagierflugzeuge entsprechend ausgerüstet werden.

Grundsätzlich ist es auch möglich, vergleichbare Anordnungen bei Fahrzeuglenkungen vorzusehen, wie aus der DE 42 32 256 A1 hervorgeht, die eine Fahrzeuglenkung der eingangs angegebenen Art zeigt. Gemäß der DE 42 32 256 A1 vermag der Regler auch einen autonomen Lenkeingriff auszuführen, beispielsweise um Störungen durch Seitenwind entgegenzuwirken.

Eine weitere Lenkung der eingangs angegebenen Art geht aus der DE 42 07 719 A1 hervor.

Bei solchen Lenkungen kann der Regler auch einen Handkraftsteller steuern, so daß der Fahrer an der Lenkhandhabe einen je nach Fahrbedingungen veränderten Lenkwiderstand fühlt. Dabei kann der Handkraftsteller gemäß der DE 42 32 256 A1 als Elektromotor oder auch als Hydraulikaggregat ausgebildet sein. Im Zusammenhang mit einem solchen Hydraulikaggregat läßt sich der DE 42 07 719 A1 entnehmen, daß der Regler zur Steuerung des Hydraulikaggregates ein Steuerventil betätigen kann.

Die EP 0 539 823 A1 zeigt ein Lenksystem der eingangs angegebenen Art, bei dem auf einen mechanischen Durchtrieb zwischen Lenkhandhabe und Fahrzeuglenkrädern nicht völlig verzichtet wird. Vielmehr ist lediglich vorgesehen, den mechanischen Durchtrieb bei fehlerfrei arbeitender

Regelstrecke unwirksam zu schalten, um bei Normalbetrieb eine vom mechanischen Durchtrieb abweichende parameterabhängige Lenkkinematik zu verwirklichen. Bei Störungen in der Regelstrecke soll dagegen der mechanische Durchtrieb wirksam werden.

Aus der Druckschrift "Messtechnische Briefe 31 (1995)", Heft 1, Seiten 13 bis 18, sind Radnaben mit Kraftsensoren bekannt, um die Belastungen an Fahrzeugen beim Fahrbetrieb zu messen und damit die Auslegung von Fahrwerken sowie den Nachweis der Festigkeit bei der Entwicklung neuer Fahrzeuge zu unterstützen.

Aus der Druckschrift "Automobil-Industrie" (1991), Heft 4/5, Seiten 303 bis 309, geht eine elektronische Kennfeldlenkung für Nutzfahrzeuge hervor. Dabei wird die Servounterstützung in Abhängigkeit von Parametern, und zwar insbesondere auch in Abhängigkeit von Kräften und Momenten an Fahrzeugrädern, verändert.

Aus den beiden zuletzt genannten Druckschriften ist darüber hinaus bekannt, verschiedene Kraftkomponenten separat zu erfassen.

Die DE 44 22 386 C1 betrifft eine Servolenkung mit parameterabhängig gesteuerter Rückwirkungskraft, wobei diese Steuerung in Abhängigkeit der Signale von Drucksensoren erfolgen kann, durch die am hydraulischen Servomotor auftretende Kräfte erfassbar sind.

Die Druckschrift "Kraftfahrzeugtechnik" (1994) Nr. 11, Seiten 36 bis 38, zeigt aktive Fahrwerke, wobei die Stabilität des Fahrzeuges bei Lenkmanövern auch durch automatische Betätigung der Bremsen einzelner Fahrzeugräder sowie durch Betätigung steuerbarer Feder- bzw. Abstützaggregate erhöht werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es nun, eine vorteilhafte Anordnung für eine Lenkung der eingangs angegebenen Art aufzuzeigen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Regler eingangsseitig mit Kraft- bzw. Spannungssensoren an zumindest einem Radträger der Fahrzeuglenkräder verbunden ist.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken auf die Fahrzeuglenkräder wirkende Kräfte möglichst unmittelbar zu erfassen, damit der Regler die Einleitung von Störgrößen von der Fahrbahn über die Fahrzeuglenkräder ohne zeitliche Verzögerung registrieren und mit anderen Eingangsgrößen auf Plausibilität überprüfen kann. Auf diese Weise wird einerseits ein mehrfach redundantes System ermöglicht, wobei die redundanten Signale bzw. die aus den Signalen ermittelten redundanten Informationen von unterschiedlich strukturierten und angeordneten Sensoren stammen. Darüber hinaus besteht die vorteilhafte Möglichkeit, daß der Regler in Abhängigkeit von an den Fahrzeuglenkrädern wirksamen Kräften einen Handkraftsteller verzögerungsfrei steuert bzw. beeinflusst, welcher an der Lenkhandhabe bzw. am Lenkhandrad eine vom Fahrer fühlbare Stellkraft in Abhängigkeit von den jeweiligen Fahrbedingungen simulieren bzw. modulieren soll.

Insgesamt kann aufgrund der Erfindung eine außerordentlich hohe Regeldynamik erzielt werden, weil alle an den Fahrzeuglenkrädern wirksamen Kräfte durch die radträgerseitigen Sensoren zum frühest möglichen Zeitpunkt "bemerkt" werden können, bevor beispielsweise in einem hydraulischen Stellaggregat eine größere Druckänderung oder bei einem elektrischen Stellaggregat eine größere Kraftänderung aufgetreten sind bzw. Getriebeelemente zwischen den Fahrzeuglenkrädern und dem Stellaggregat registrierbare Hübe oder Drehungen ausgeführt haben.

Im übrigen wird hinsichtlich bevorzugter Merkmale der Erfindung auf die Ansprüche sowie die nachfolgende Erläuterung der Zeichnung verwiesen, anhand der besonders be-

vorzugte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben werden.

Dabei zeigt

Fig. 1 eine schaltplanartige Darstellung einer erfindungs-
gemäßen Fahrzeuglenkung mit hydraulischem Stellaggre-
gat.

Fig. 2 eine entsprechende Darstellung einer Fahrzeuglen-
kung mit elektrischem Stellaggregat und

Fig. 3 eine schematische Darstellung der zwischen Lenk-
handrad und Fahrzeuglenkrädern wirksamen Regelstrecke.

Gemäß Fig. 1 besitzt ein im übrigen nicht näher gezeigtes
Kraftfahrzeug im dargestellten Beispiel zwei Fahrzeuglen-
kräder 1, die jeweils an einem am Fahrzeugaufbau federbar
gehalteten und zur Lenkung der Fahrzeuglenkräder 1 um
eine Fahrzeughochachse schwenkbaren Radträger 2 ange-
ordnet sind. Die Radträger 2 sind über Spurstangen 3 mit einem
hydraulischen Stellaggregat 4 verbunden, welches im
dargestellten Beispiel als doppeltwirkendes hydraulisches
Kolben-Zylinder-Aggregat ausgebildet ist. Die beiden vom
Kolben des hydraulischen Stellaggregates 4 voneinander ab-
geteilten Hydraulikkammern des Stellaggregates 4 können
über ein elektromagnetisch betätigbares Steuerventil 7 mit
der Druckseite einer hydraulischen Druckquelle, im darge-
stellten Beispiel einer Hydraulikpumpe 8, bzw. mit einem
relativ drucklosen Hydraulikreservoir 9 verbunden werden,
mit dem auch die Saugseite der Hydraulikpumpe 8 kommu-
niziert. Je nach Stellung des Steuerventiles 7 kann das hy-
draulische Stellaggregat 4 eine Stellkraft in der einen oder
anderen Richtung erzeugen bzw. die eingestellte Lage ver-
ändern oder festhalten.

Ein vom Fahrer betätigtes Lenkhandrad 10 ist einerseits
mit einem Sollwertgeber 11, dessen elektrische Ausgangssi-
gnale den Sollwert des Lenkwinkels der Fahrzeuglenkräder
1 bzw. eine damit korrelierte Größe repräsentieren, sowie ein-
em Handkraftsteller 12 mechanisch antriebsverbunden,
welcher eine am Lenkhandrad 10 fühlbare Stellkraft steuer-
bar erzeugt bzw. moduliert. Hierbei kann der Handkraftstel-
ler 12 beispielsweise durch einen steuerbaren Elektromotor
gebildet sein, der je nach Fahrumständen das Lenkhandrad
10 zu verstellen bzw. einer Verstellung durch den Fahrer einen
Widerstand entgegenzusetzen sucht.

Der Handkraftsteller 12 sowie das Steuerventil 7 werden
durch einen nach Art eines Reglers arbeitenden Rechners 13
betätigt, der dazu eingangsseitig mit dem vom Lenkhandrad
10 betätigten Sollwertgeber 11 sowie weiteren Sensoren
verbunden ist, die den Istzustand von Systemteilen der Fahr-
zeuglenkung registrieren.

Im dargestellten Beispiel ermittelt ein Wegsensor 14 den
Stellhub des hydraulischen Stellaggregates 4. Drucksensoren
15 ermitteln den Druck in den Hydraulikkammern 5 und
6 bzw. Größe und Richtung der Druckdifferenz zwischen
den Drücken in den vorgenannten Kammern 5 und 6. Des
weiteren sind an den Radträgern 2 jeweils Sensoreinheiten
16 angeordnet, welche am jeweiligen Radträger 2 wirksame
Kräfte bzw. mechanische Spannungen registrieren. Hierbei
besitzt jede Sensoreinheit 16 vorzugsweise mehrere Sensor-
elemente, die jeweils nur auf Kraft- bzw. Spannungs-kompo-
nenten reagieren und beispielsweise die Radaufstandskraft,
Kräfte in Fahrzeuginnenrichtung sowie Kräfte in Fahrzeug-
querrichtung bzw. damit korrelierte Größen erfassen.

Jede Sensoreinheit 16 kann so ausgeführt sein, daß sie die
räumliche Richtung von Kräften zu ermitteln vermag. Bei-
spielsweise kann die Sensoreinheit 16 durch eine sogenan-
nte dreiaxiale Anordnung von Dehnungsmeßstreifen
gebildet sein, die am Radträger 2 angeordnet sind und
Kräfte in Längs-, Quer- und Hochrichtung separat zu erfassen
vermögen. Damit kann in jedem Fahrzustand die Radauf-
standskraft bezüglich Maß und Richtung ermittelt wer-

den.

Die Signale der Sensoren 14 bis 16 liefern mehrfach redun-
dante Informationen, so daß der Rechner 13 gegebenen-
falls fehlerhaft arbeitende einzelne Sensoren zu ermitteln
vermag. Darüber hinaus werden Bewegungen an den Fahr-
zeuglenkrädern 1 aufgrund der Sensoreinheiten 16 außeror-
dentlich frühzeitig erfaßt, bevor beispielsweise der Wegsen-
sor 14 eine Verstellung des Stellaggregates 4 oder die
Drucksensoren 15 einen Differenzdruck und damit eine am
Stellaggregat 4 wirksame Stellkraft erkennen können.

Der Rechner 13 kann in kritischen, durch entsprechende
Sensorik erfaßbaren Fahrsituationen – z. B. Seitenwind,
Glatteis, Ausweichmanövern – über entsprechende An-
steuerung des Steuerventiles 7 die Lenkung beeinflussen.
Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, daß der Rechner 13
auch Bremsengriffe an einzelnen Rädern des Fahrzeuges
oder steuerbaren Feder- und Abstützaggregaten der Räder
vornimmt. Dabei können neben den mittels der Sensorein-
heiten 16 ermittelten Radaufstandkräften auch weitere Grö-
ßen berücksichtigt werden (z. B. Drehzahlen der einzelnen
Räder, Lenkwinkel der gelenkten Räder oder Weg des Kol-
bens des Stellaggregates 4, Fahrzeugquerbeschleunigung
oder Federwege), wenn eine entsprechende Sensorik vor-
handen und mit dem Rechner 13 verbunden ist. Durch
gleichzeitige und aufeinander abgestimmte, rechnergesteu-
erte Betätigung von Lenkung, Bremsen und Feder- bzw. Ab-
stützaggregaten kann ein Maximum an Sicherheit und Kom-
fort für den Fahrer erzielt werden.

Die Ausführungsform der Fig. 2 unterscheidet sich von
der Ausführungsform nach Fig. 1 im wesentlichen nur da-
durch, daß anstelle eines hydraulischen Stellaggregates 4
ein elektrischer Stellmotor 17 angeordnet ist, der über ein
Getriebe 18, z. B. Ritzel und Zahnstange, mit den Spurstan-
gen 3 und damit mit den Radträgern 2 antriebsverbunden ist.
Anstelle der beim hydraulischen Stellaggregat 4 vorgesehe-
nen Drucksensoren 15 kann ein Drehmomentsensor 19 vor-
gesehen sein, welcher die am Abtrieb des Stellmotors 17
wirksamen Momente ermittelt. Statt dessen können auch die
Kräfte in der Zahnstange über das Moment des Ritzels bzw.
Getriebes 18 bzw. die elektrische Stromaufnahme des Elek-
tromotors 17 bestimmt werden.

Im Beispiel der Fig. 2 steuert der Rechner 13 – neben dem
Handkraftsteller 12, wie es auch nach Fig. 1 vorgesehen ist –
den elektrischen Stellmotor 17 in Abhängigkeit von den Si-
gnalen des Sollwertgebers 11 sowie der Sensoren bzw. Sen-
soreinheiten 15, 16 und 19.

Gemäß Fig. 3 wird durch die Ausgangssignale des Rech-
ners 13 jeweils direkt oder indirekt ein Stellaggregat 4 bzw.
ein Stellmotor 17 betätigt, wobei diese Betätigung eine Ver-
stellung der Fahrzeuglenkräder 2 sowie zwischen dem Stell-
aggregat 4 bzw. dem Stellmotor 17 und den Fahrzeuglenkrä-
dern 1 bzw. deren Radträgern 2 angeordneten Übertragungs-
elementen, z. B. Spurstangen 3, bewirkt. Dies wird von ver-
schiedenartigen, weg- und kraftabhängig arbeitenden Sen-
soren "bemerkt" und dem Rechner 13 "mitgeteilt".

Die Sensoren 16 können z. B. nach Art von Dehnungs-
meßstreifen ausgebildet sein.

Patentansprüche

1. Fahrzeuglenkung mit vom Fahrer betätigter Lenk-
handhabe, insbesondere Lenkhandrad, sowie den Fahr-
zeuglenkrädern zugeordnetem motorischen Stellaggre-
gat, mit dem die Lenkhandhabe über eine Regelstrecke
wirkverbunden ist, deren Regler einerseits für einen
Soll-Istwert-Vergleich eingangsseitig an einen von der
Lenkhandhabe betätigten Sollwertgeber sowie an einen
den Lenkwinkel der Fahrzeuglenkräder registrierenden

Istwertgeber angeschlossen und andererseits auf seiner Eingangsseite mit Sensoren zur Erfassung von Kräften in der Fahrzeuglenkung verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Regler (13) eingangsseitig mit Kraft- bzw. Spannungssensoren (16) an zumindest einem Radräger (2) der Fahrzeuglenkräder (1) verbunden ist. 5

2. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß neben einem Wegsensor (14) auch Sensoren (15,19) vorgesehen sind, die am Stellaggregat (4,17) wirksame Kräfte bzw. Drehmomente erfassen. 10

3. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (13) ausgangsseitig auch einen Handkraftsteller (12) steuert, der eine an der Lenkhandhabe (10) fühlbaren Lenkwiderstand erzeugt bzw. moduliert. 15

4. Fahrzeuglenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoreinheiten (16) an den Radrägern (2) verschiedene Kraftkomponenten separat erfassen, z. B. Radaufstandskräfte, Kräfte in Fahrtrichtung und/oder Kräfte in Fahrzeugquerrichtung. 20

5. Fahrzeuglenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein hydraulisches Stellaggregat (4) angeordnet ist und der Regler (13) ein dieses Aggregat steuerndes Steuerventil (7) betätigt. 25

6. Fahrzeuglenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (13) einen elektrischen Stellmotor (17) betätigt. 30

7. Fahrzeuglenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (13) auch Radbremsen beeinflusst.

8. Fahrzeuglenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (13) steuerbare Feder- bzw. Abstützaggregate der Räder beeinflusst. 35

9. Fahrzeuglenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (13) einen autonomen Lenkeingriff auszuführen vermag. 40

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

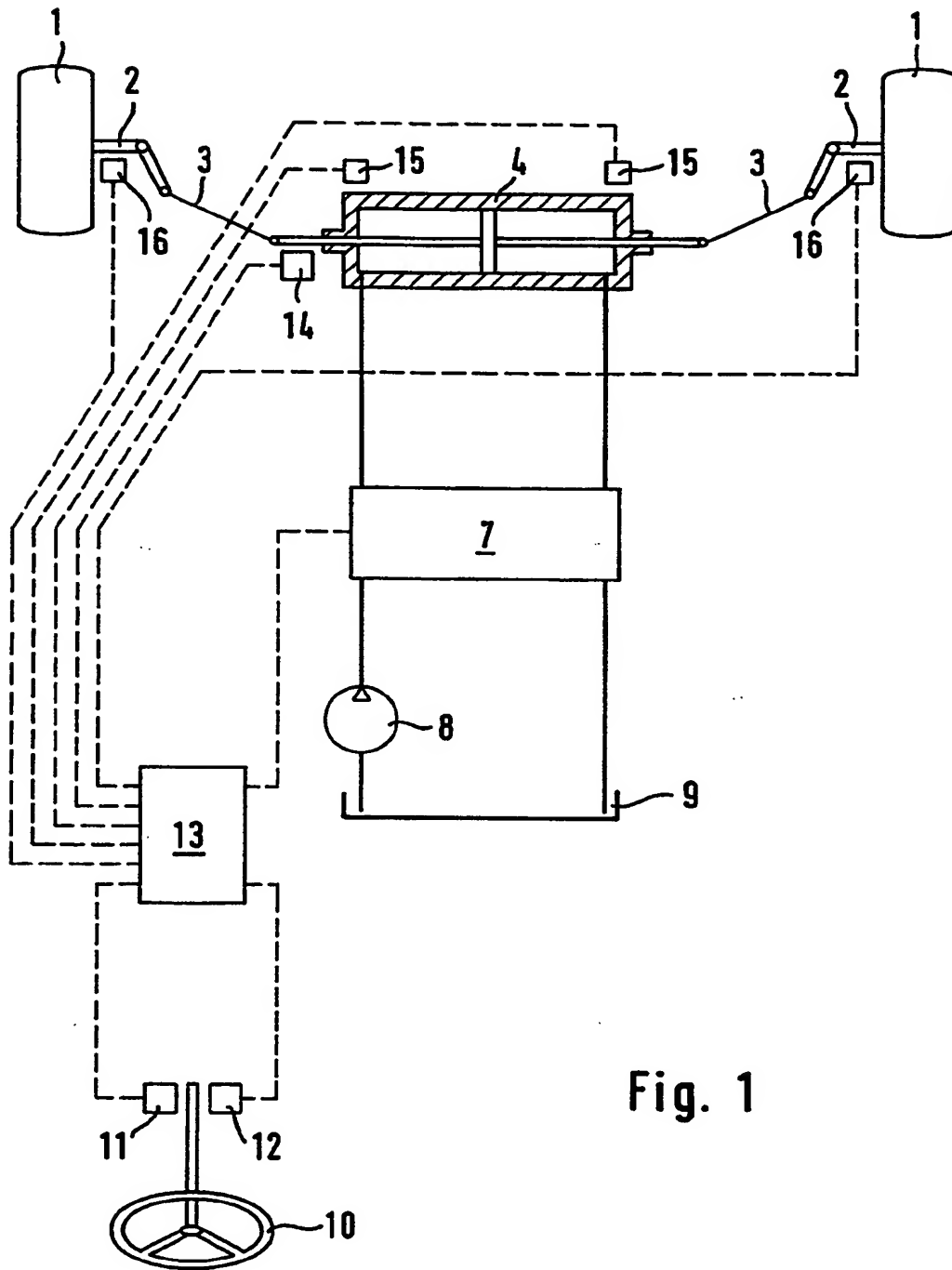


Fig. 1

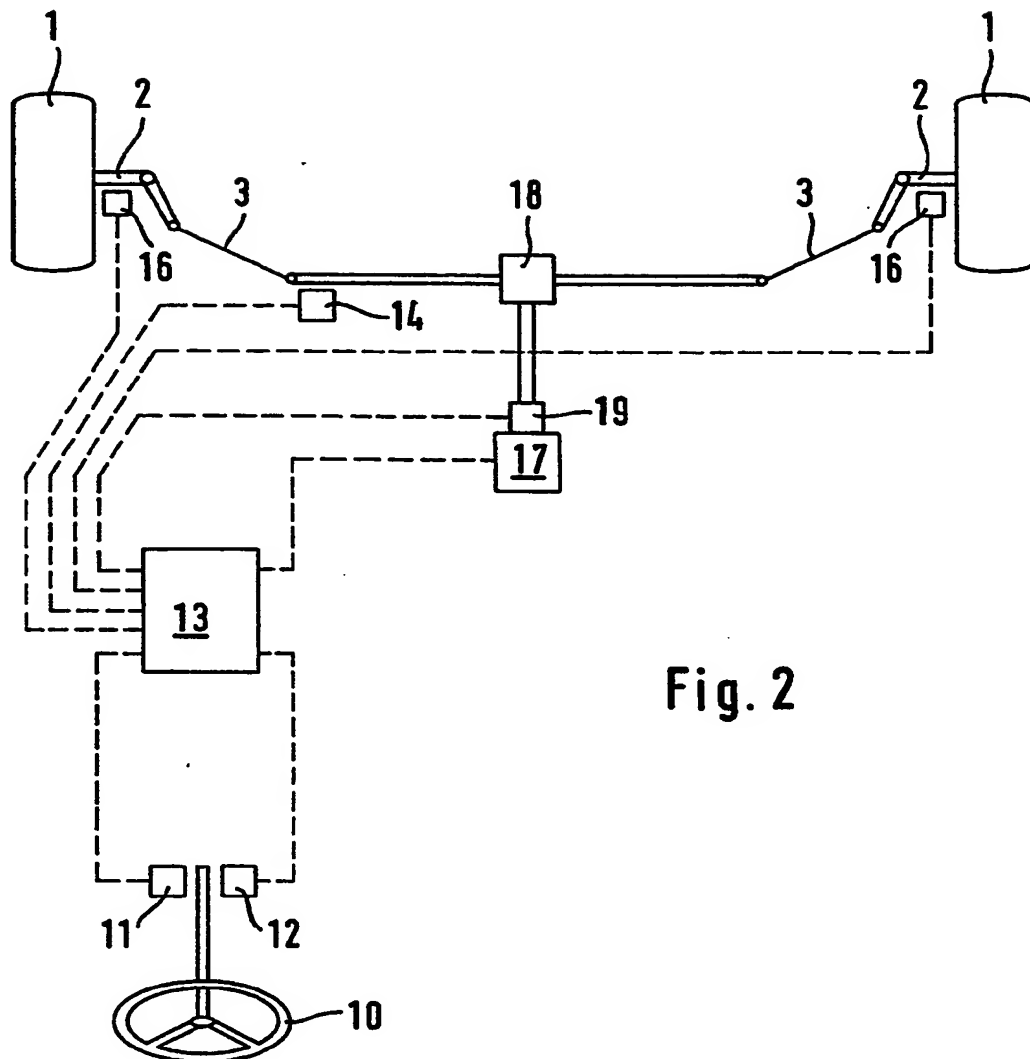


Fig. 2

Fig. 3

